

Windenergie



[zum Vergrößern anklicken](#) Die Windenergie ist eine tragende Säule der Energiewende.
Quelle: Lütkehus / UBA

Die Windenergie ist tragende Säule der Energiewende. Sie hat sich in den vergangenen Jahren rasant entwickelt und leistet heute einen bedeutenden Beitrag zur deutschen Stromversorgung. Kurz- bis mittelfristig bietet die Windenergie das wirtschaftlichste Ausbaupotenzial unter den erneuerbaren Energien.

22.10.2014 432 mal als hilfreich bewertet

- [Strom aus Wind – so funktioniert es](#)
- [Entwicklung der Windenergienutzung in Deutschland](#)
- [Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land](#)
- [Beeinträchtigung von Menschen deutlich reduziert](#)
- [Beeinträchtigung von Natur und Landschaft vermeiden](#)
- [Windenergie auf See \(Offshore-Windenergie\)](#)

Strom aus Wind – so funktioniert es

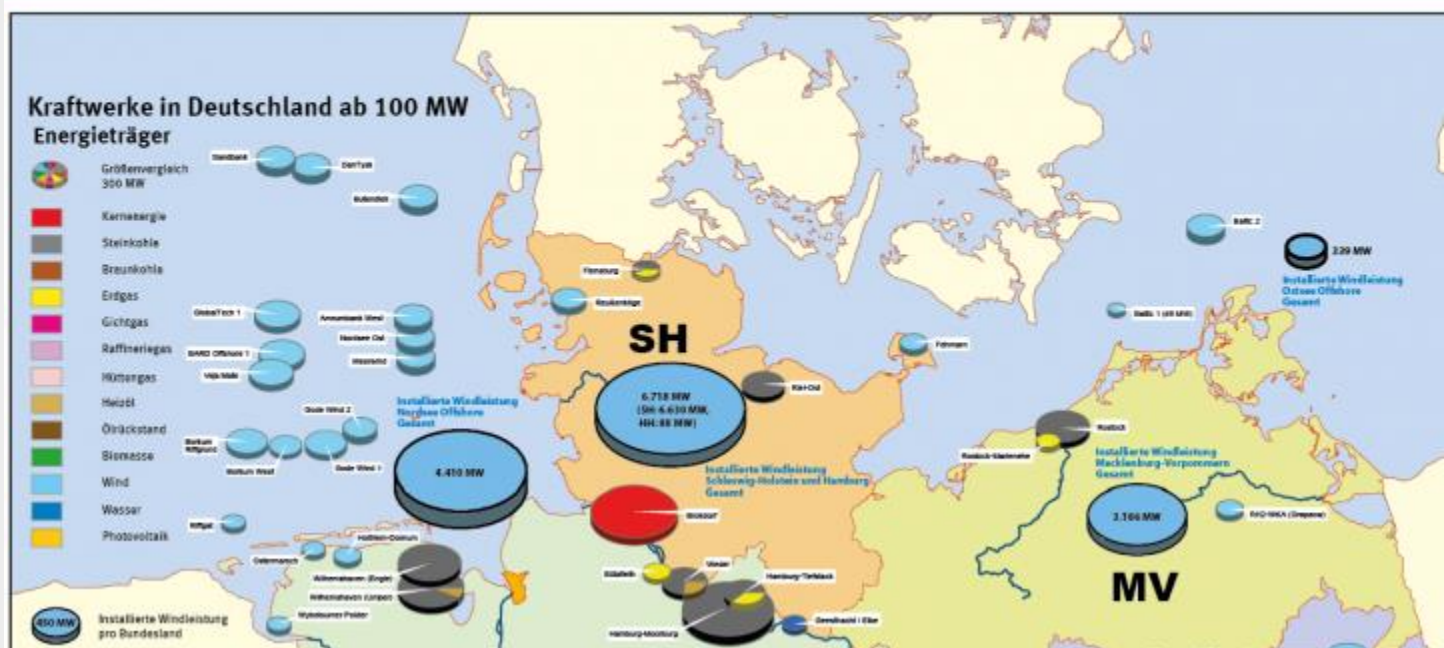
Der Energieträger Wind ist kostenlos und unbegrenzt verfügbar. Windenergieanlagen nutzen diesen „Rohstoff“, indem der Rotor der Anlage die Bewegungsenergie des Windes zunächst in mechanische Rotationsenergie umformt. Ein Generator wandelt diese anschließend in elektrische Energie um. Entscheidend für einen hohen Stromertrag sind vor allem hohe mittlere Windgeschwindigkeiten und die Größe der Rotorfläche. Bei

zunehmender Höhe über dem Erdboden weht der Wind stärker und gleichmäßiger. Je höher die Windenergieanlage und je länger die Rotorblätter, desto besser kann die Anlage das Windenergieangebot ausnutzen.

Windenergieanlagen haben sich bereits nach etwa drei bis sieben Monaten energetisch amortisiert. Das heißt, nach dieser Zeit hat die Anlage so viel Energie produziert wie für Herstellung, Betrieb und Entsorgung aufgewendet werden muss. Dies ist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien sehr kurz. Konventionelle Energieerzeugungsanlagen amortisieren sich dagegen nie energetisch. Denn es muss im Betrieb immer mehr Energie in Form von Brennstoffen eingesetzt werden, als man an Nutzenergie erhält.

Außerdem bietet die Windenergienutzung kurz- bis mittelfristig das wirtschaftlichste Ausbaupotenzial unter den erneuerbaren Energien. Die Stromerzeugung durch Windenergieanlagen spielt daher eine bedeutende Rolle für die Energiewende.

Kraftwerke und Windleistung in Deutschland



Kraftwerke und Windleistung in Deutschland

Quelle: Umweltbundesamt [kraftwerke-windleistung-2017.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/themen/energie/kraftwerke-windleistung-2017)

Entwicklung der Windenergienutzung in Deutschland

Seit Anfang der 1990er-Jahre wurden mehrere zehntausend Windenergieanlagen in Deutschland installiert. Dadurch kann die Windenergienutzung mittlerweile einen bedeutenden Beitrag zur deutschen Stromversorgung leisten.

Anfangs wurden Windenergieanlagen vor allem in den besonders windreichen Küstenregionen errichtet. Beeindruckende Entwicklungen in der Anlagentechnik haben aber

inzwischen dazu geführt, dass die Windenergienutzung durch hohe Anlagen mit großen Rotordurchmessern auch im Binnenland wirtschaftlich ist. Heute ist es zum Beispiel aufgrund ihrer Höhe technisch möglich, moderne Windenergieanlagen auch in Waldflächen zu errichten.

Eine zunehmende Bedeutung bekommt das „Repowering“ von Windenergieanlagen. Damit ist das Ersetzen alter Windenergieanlagen mit geringer Leistung durch neue, leistungsstärkere gemeint. Durch das Repowering ist eine wesentliche Steigerung des Stromertrags möglich, ohne dass zusätzliche Flächen in Anspruch genommen werden müssen.

Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen an Land

Nach dem Baugesetzbuch (BauGB) sind Windenergieanlagen Bauvorhaben, die im Außenbereich privilegiert sind. Vereinfacht gesagt bedeutet das, dass Windenergieanlagen außerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile überall errichtet werden können, wenn dem keine öffentlichen Belange entgegenstehen.

Allerdings können Regionen und Kommunen Flächen speziell für die Windenergienutzung ausweisen, um einen „Wildwuchs“ zu verhindern. In der Regel sind Windenergieanlagen dann nur in diesen festgelegten Gebieten zulässig. Ob diese Planung von Standorten für Windenergieanlagen durch die Regionalplanung und/oder die Bauleitplanung der Kommunen erfolgt, ist in den Bundesländern und Regionen unterschiedlich.

Für Windenergieanlagen, die insgesamt mehr als 50 Meter hoch sind, ist eine Genehmigung nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) erforderlich. Diese muss bei der zuständigen Genehmigungsbehörde beantragt werden. Die Genehmigungspflicht von Kleinwindanlagen richtet sich nach dem Baurecht. Hier sind die Bestimmungen der Bauordnung des jeweiligen Bundeslandes zu beachten.

Beeinträchtigung von Menschen deutlich reduziert

Von Windenergieanlagen gehen Licht- und Lärmemissionen aus, die Menschen beeinträchtigen können. Durch technische Weiterentwicklungen konnten diese im Vergleich zu früheren Anlagengenerationen aber bereits deutlich reduziert werden. Darüber hinaus hat der Bund Verwaltungsvorschriften erlassen, die von den Genehmigungsbehörden beachtet werden müssen.

Eine solche Verwaltungsvorschrift ist zum Beispiel die „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“ (TA Lärm). Die TA Lärm legt für bestimmte Gebietstypen Immissionsrichtwerte fest, die nicht überschritten werden dürfen. Lärmemissionen beim Betrieb von Windenergieanlagen entstehen zum einen wegen aerodynamischer Effekte (turbulente Strömungen am Rotorblatt), zum anderen wegen mechanisch verursachter Geräusche, zum Beispiel im Getriebe der Anlage. Die Lärmemissionen sind damit direkt von der Windgeschwindigkeit abhängig.

Lichtemissionen wie Schattenwurf und der sogenannte Diskoeffekt stellen heute keine Probleme mehr dar. Wegen der Größe moderner Windenergieanlagen stehen diese meist

so weit von der Bebauung entfernt, dass ihr Schattenwurf keine Wohngebäude trifft. Der Diskoeffekt entstand früher durch Lichtreflexionen an den Rotorblättern. Dieser Effekt tritt bei modernen Windenergieanlagen nicht mehr auf, da diese mit matten, nicht reflektierenden Farben gestrichen werden.

Lichtemissionen ergeben sich außerdem aus der notwendigen luftfahrtrechtlichen Hinderniskennzeichnung von Bauwerken ab 100 Metern Höhe. Eine synchronisierte und sichtweitenregulierte Befeuerung von Windparks kann die Emissionen aber deutlich reduzieren, ohne den Luftverkehr zu gefährden. Darüber hinaus wird an verschiedenen Möglichkeiten geforscht, um Windparks nur dann zu befeuern, wenn sich Flugzeuge nähern.

Die Gefahr von Eiswurf durch Windenergieanlagen ist in Deutschland sehr gering. Mittlerweile ist der Einsatz von Rotorblattheizungen oder die automatische Abschaltung bei Vereisung vorgeschrieben.

Beeinträchtigung von Natur und Landschaft vermeiden

Wie bei allen baulichen Anlagen stellt auch die Errichtung von Windenergieanlagen einen Eingriff in Natur und Landschaft dar. Es ist daher wichtig, von vornherein Windenergiestandorte auszuweisen, bei denen potenzielle Beeinträchtigungen möglichst gering ausfallen. So sind beispielsweise bereits vorbelastete Flächen an Infrastrukturtrassen wie Straßen oder Freileitungen besonders geeignet. Um Beeinträchtigungen von Pflanzen und Tieren sowie ihrer Lebensräume zu begrenzen, sollten jedenfalls naturschutzfachlich besonders wertvolle Bereiche wie etwa Naturschutzgebiete oder gesetzlich geschützte Biotope von Windenergieanlagen freigehalten werden. Aber auch außerhalb geschützter Gebiete oder Objekte ist bei der Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen große Sorgfalt nötig, um dem Naturschutz gerecht zu werden.

Die meisten Tierarten stören sich nicht an Windenergieanlagen. Besondere Rücksicht ist aber auf Vögel und Fledermäuse zu nehmen, die empfindlich gegenüber Windenergieanlagen sind. Vor allem bestimmte Greifvogelarten und in größeren Höhen fliegende Fledermausarten können mit Windenergieanlagen kollidieren. Die negativen Auswirkungen von Windenergieanlagen können durch verschiedene Maßnahmen reduziert werden, wie etwa die Berücksichtigung von Brutstätten, Nahrungshabitaten oder Flugrouten in Planungs- und Genehmigungsverfahren. Es wird weiterhin intensiv daran geforscht, wie Konflikte zwischen der Windenergienutzung und dem Naturschutz vermieden werden können.

Windenergie auf See (Offshore-Windenergie)

Der Wind weht auf See deutlich stärker und stetiger als an Land. Die Energieausbeute von Windenergieanlagen auf See ist daher bedeutend höher. Im Rahmen der Energiewende sollen Windenergieanlagen auf See eine wichtige Rolle einnehmen. So plant die Bundesregierung die Errichtung von 25 Gigawatt installierter Leistung bis zum Jahr 2030.

Vor allem aus Gründen des Naturschutzes findet der Ausbau der Windenergie auf See in Deutschland hauptsächlich in der sogenannten ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) statt. Die großen Wassertiefen und Abstände zur Küste stellen jedoch hohe technische und logistische Anforderungen an den Bau und Betrieb der Windparks.

Große technische Herausforderungen sind insbesondere die Verankerung der Anlagen per Fundament bei großen Meerestiefen oder die Anbindung der Windparks an die Stromnetze an Land. Weiterhin muss die Anlagentechnik hohen Windgeschwindigkeiten, Wellengang oder salzhaltiger Luft standhalten.

Diese hohen Anforderungen führen im Allgemeinen dazu, dass die Stromgewinnungskosten höher sind als bei der Windenergienutzung an Land. Da es sich aber um eine vergleichsweise junge Technologie handelt, besteht durchaus Potenzial für eine Reduktion der Investitions- und Betriebskosten in Zukunft.

Der Bau und Betrieb von Windenergieanlagen auf See stellt in jedem Fall einen Eingriff in die Meeresumwelt dar. Weitere Details zu den ökologischen Auswirkungen von Windenergieanlagen auf See und den Möglichkeiten, diese zu reduzieren, finden Sie im Artikel [Meeresschutz](#).